

Marcia Regina Werner Schneider Abdala
(Organizadora)



Engenharia Civil: Vetor de Transformação do Brasil

Atena
Editora
Ano 2019

Marcia Regina Werner Schneider Abdala
(Organizadora)

Engenharia Civil: Vetor de Transformação do Brasil

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E57	Engenharia civil [recurso eletrônico] : vetor de transformação do Brasil / Organizadora Marcia Regina Werner Schneider Abdala. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-657-7 DOI 10.22533/at.ed.577192709 1. Construção civil – Aspectos econômicos – Brasil. I. Abdala, Marcia Regina Werner Schneider. CDD 338.4769
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A Engenharia Civil é uma área bastante abrangente, que permite o desenvolvimento de estudos nas mais variadas vertentes os quais contribuem significativamente para o desenvolvimento do Brasil.

Ao longo de toda a sua história a Engenharia Civil passou por muitas transformações, em especial nos processos construtivos empregados, no cuidado com o meio ambiente e na aplicação de técnicas e métodos de trabalho mais eficientes. Todas as mudanças ocorridas ao longo desse processo beneficiam toda a cadeia produtiva do setor, impulsionando a economia do país e gerando benefícios para a sociedade.

Neste e-book é apresentada uma coletânea de trabalhos que evidenciam essa importância e os impactos positivos advindos do desenvolvimento da Engenharia Civil.

Boa e proveitosa leitura!

Marcia Regina Werner Schneider Abdala

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
APLICAÇÃO DE FERRAMENTA DE ANÁLISE DOS PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA EM UMA FÁBRICA DE BLOCOS DE CONCRETO E PISOS INTERTRAVADOS	
Lívia Regueira Fortunato Benitez Leandro Henrique Benitez Camila Aparecida Pires Bueno Sheyla Mara Baptista Serra	
DOI 10.22533/at.ed.5771927091	
CAPÍTULO 2	15
ORÇAMENTAÇÃO DE OBRAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRA: CORRELAÇÃO LINEAR ENTRE OS CUSTOS DE MERCADO E REFERENCIAL	
Thiago de Oliveira Ribeiro Victor Hugo de Oliveira Pereira Orlando Celso Longo Luciane Ferreira Alcoforado	
DOI 10.22533/at.ed.5771927092	
CAPÍTULO 3	28
IMPACTO NO ESPAÇO URBANO	
Edgard Ribeiro Junior	
DOI 10.22533/at.ed.5771927093	
CAPÍTULO 4	43
AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO AMBIENTAL APLICADO NAS INDÚSTRIAS METAL-MECÂNICA EM UM MUNICÍPIO DE MÉDIO PORTE	
Naira Elizabete Barbacovi Albino Moura Guterres Débora Regina Schneider Locatelli	
DOI 10.22533/at.ed.5771927094	
CAPÍTULO 5	53
LIMITES DO AUTOLICENCIAMENTO AMBIENTAL: CASO DE UMA UNIDADE MILITAR PARA ABASTECIMENTO DE COMBUSTÍVEIS	
Breno da Silva Ramalho André Nagalli	
DOI 10.22533/at.ed.5771927095	
CAPÍTULO 6	65
ESTUDO DA CAPACIDADE DE ESTABILIZAÇÃO QUÍMICA DE UM NEOSSOLO LITÓLICO COM USO DE CAL DOLOMÍTICA PARA FINS DE PAVIMENTAÇÃO	
Mateus Arlindo da Cruz Thaís Aquino dos Santos Fábio Dischkaln do Amaral	
DOI 10.22533/at.ed.5771927096	
SOBRE A ORGANIZADORA	75
ÍNDICE REMISSIVO	76

ORÇAMENTAÇÃO DE OBRAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRA: CORRELAÇÃO LINEAR ENTRE OS CUSTOS DE MERCADO E REFERENCIAL

Thiago de Oliveira Ribeiro

Universidade Federal Fluminense, Pós-Graduação em Engenharia Civil
Niterói – Rio de Janeiro

Victor Hugo de Oliveira Pereira

Universidade Federal Fluminense, Pós-Graduação em Engenharia Civil
Niterói – Rio de Janeiro

Orlando Celso Longo

Universidade Federal Fluminense, Pós-Graduação em Engenharia Civil
Niterói – Rio de Janeiro

Luciane Ferreira Alcoforado

Universidade Federal Fluminense, Pós-Graduação em Engenharia Civil
Niterói – Rio de Janeiro

RESUMO: Visando a definição de uma remuneração cada vez mais compatível com o encargo assumido por empreiteiras brasileiras licitantes de obras de construção civil, com recursos públicos, a proposta do presente trabalho é indicar um dentre os sistemas oficiais de custos (SINAPI, SCO/RJ e Informativo SBC), cujo custo de mercado transacionado por estabelecimentos comerciais atacadistas, varejistas e industriais, tal como o custo para a hora trabalhada definido pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil - SINDUSCON, apresentam o maior coeficiente de correlação

linear de Pearson, tendo como parâmetros o Efeito Cotação e o piso salarial por categoria. O Informativo SBC apresentou os maiores resultados, 0,9766 e 0,9808 respectivamente para insumos de material e mão-de-obra, com nível de confiança igual a 95%.

PALAVRAS-CHAVE: Construção Civil, Correlação Linear, Custo de Mercado, Efeito Cotação, SINAPI.

BUDGETING OF CIVIL CONSTRUCTION WORKS IN BRAZIL: LINEAR CORRELATION BETWEEN MARKET COSTS AND REFERENCE COSTS

ABSTRACT: This article proposes a reflection on the type of methodology and statistical treatment to be used in research on costs, for inputs used in civil construction, aiming to define a remuneration increasingly compatible with the charges assumed by Brazilian bidders. The objective is to identify, through the Pearson linear correlation coefficient, which reference system, among the three used for budgeting works of civil construction, has the lowest margin of overpricing and/or underpricing in relation to the cost effectively traded in the market. The Costs Bulletin System (SBC Informativo) presented the main results, 0.9766 and 0.9808, respectively, for material and labor inputs, with

a confidence level equal to 95%.

KEYWORDS: Civil Construction, Linear Correlation, Market Cost, Quotation Effect, SINAPI.

1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, o custo de referência de obras e serviços de construção civil, com utilização de recursos do governo federal, deve ser obtido a partir de composições de custos unitários, menores ou iguais à mediana de seus correspondentes nos custos unitários de referência, disponíveis no catálogo do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPI. Para o caso de inviabilidade na definição dos custos a partir do mesmo, ou seja, quando os serviços a serem orçados não estiverem contemplados em seu catálogo, poderão ser utilizados outros sistemas de referência, formalmente aprovado por órgãos ou entidades da administração pública federal, além de publicações técnicas especializadas ou em sistemas específicos instituídos para o setor (saneamento, habitação e etc.) ou em pesquisa de mercado (BRASIL, 2013a).

Segundo Leitão (2013), são comuns reclamações de empreiteiros, executantes de contratos de obras públicas, de que os custos do SINAPI não refletem a realidade do mercado, sendo inferiores àqueles praticados em obras privadas. Nesse contexto, estariam as empreiteiras licitantes de obras públicas fadadas ao prejuízo em razão de tais distorções apresentadas? Ao que parece nem sempre, conforme a constatação a seguir:

A solicitação de aditamentos contratuais por empreiteiras é muito comum em obras públicas no Brasil, às vezes, proveniente de alterações pertinentes nos projetos durante a execução da obra e/ou em fatos supervenientes que venham a majorar o custo da obra para as empresas. No entanto, o que é visto, na maioria das vezes, são propostas de alteração dos projetos (e especificações técnicas) com o intuito de sair dos itens licitados (disputados) e incluir itens novos no contrato com preços acima dos referenciais de mercado ou, no mínimo, sem o desconto concedido no respectivo processo licitatório (LEITÃO, 2013).

A problemática mencionada por Leitão, ao ser particularizada, pode levar a ocorrência de uma artimanha muito específica: o pleito de empresas por alterações substanciais nas especificações técnicas, sem uma justificativa plausível do ponto de vista técnico e que agregue valor ao objeto licitado. Segundo Baeta (2012), a adoção de soluções tecnicamente divergentes às licitadas, pode resultar na desfiguração do objeto. Desta forma, o aditamento contratual pode ser sugerido pelas empreiteiras como subterfúgio para adquirir lucro (superfaturamento de forma velada) ou reduzir prejuízo somente.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar qual sistema referencial, a atribuição dos custos unitários obtidos a partir de pesquisa de mercado apresenta a menor dispersão e os maiores coeficientes de correlação linear e determinação,

individualmente para insumos de material e mão-de-obra da construção civil. Fazem parte do estudo o SINAPI, uma fonte pertencente à esfera municipal (SCO/RJ) e uma fonte oriunda de uma instituição privada (Informativo SBC).

2 | TEORIA

Segundo Brasil (2014b) além do SINAPI, existem diversos sistemas referenciais de custos, mantidos por órgãos ou entidades públicas, tais como:

- EMOP – Empresa de Obras Públicas do Estado do Rio de Janeiro;
- SEINFRA – Secretaria da Infraestrutura (Estado do Ceará);
- SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná;
- DERSA – Desenvolvimento Rodoviário S/A (Estado de São Paulo);
- Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras – São Paulo.

As composições de custos do SINAPI possuem muitos equívocos, pois teoricamente são destinadas a construção de edificações financiadas com recursos da Caixa Econômica Federal – CEF, desta forma, não possuem serventia para outros segmentos da construção civil. A título de exemplo, tem-se a ausência de informações sobre serviços executados em obras de edificação de grande porte apresentando elementos construtivos modernos, como painéis em dry wall, concretos de alto desempenho, protendido ou projetado, lajes nervuradas, alveolar e steel deck, etc. (BAETA, 2012).

Caso esteja especificado no orçamento de uma obra o fornecimento e a instalação de uma determinada fechadura especial, faz-se necessário efetuar a substituição na correspondente composição analítica de custo unitário, o custo da fechadura padrão do SINAPI pela especificada, obtido através de pesquisa de mercado (MENDES, 2013). Não obstante, na medida em que cada orçamento é único, suas propriedades (especificidade, temporalidade, aproximação e vinculação ao contrato) exigem adequações dos coeficientes de produtividade e consumo presentes nas composições padronizadas do SINAPI, para adapta-las ao orçamento da futura obra (BRASIL, 2014b).

No SINAPI, os insumos, material ou mão-de-obra, são estruturados em famílias homogêneas (ex: Família de tubos em PVC para esgoto predial), para as quais é escolhido o insumo de maior recorrência (ex: 9836 - TUBO PVC SERIE NORMAL - ESGOTO PREDIAL DN 100 MM - NBR 5688) como insumo representativo, sendo os demais da própria família denominados representados. Os insumos representativos tem seu custo coletado mensalmente pelo IBGE, enquanto os demais têm seus custos obtidos através da utilização de coeficientes de representatividade, os quais indicam a proporção entre os custos dos chefes de família (insumos representativos) e os custos de cada um dos demais insumos da família (BRASIL, 2015a).

Após a definição da amostra, efetuada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, com a efetiva cotação dos valores unitários para os insumos representativos, são divulgados apenas três resultados para cada um. Mediante a realização de tratamento estatístico dos dados: 1º quartil, mediana e 3º quartil, o custo unitário do 1º quartil é aquele superior a 25% de todos os valores unitários coletados, enquanto o do 3º quartil é superior a 75%. Portanto, a mediana do SINAPI, por definição, é o custo unitário central obtido na pesquisa (FILHO; LIMA; MACIEL, 2010).

De acordo com a pesquisa realizada por Dantas (2010), na cidade de Brasília-DF, para construções de unidades habitacionais populares orçadas a partir dos custos dos insumos constantes do SINAPI, foi observado sobrepreço da ordem de 6,55% em relação à mediana dos insumos de mão-de-obra sem desoneração, tal como, para insumos de material sobrepreços da ordem de 1,7% em relação à mediana, e subpreços da ordem de 6,5% em relação ao 1º quartil. A metodologia empregada foi à seleção dos insumos por meio da elaboração de curva ABC, a partir de orçamentos disponíveis no site da CEF para unidades habitacionais, e posterior pesquisa de mercado para insumos de material no comércio local. Quanto à pesquisa de insumos de mão-de-obra, os valores de referência foram extraídos da convenção coletiva de trabalho do Sindicato dos Trabalhadores nas Indústrias da Construção e do Mobiliário de Brasília – STICMB, utilizando o mesmo percentual de Encargo Social adotado pelo SINAPI, de 124,20%, sobre o valor da hora trabalhada.

Sabe-se que compras efetuadas em grandes volumes podem obter descontos significativos em relação aos custos pagos em aquisições de pequenas quantidades de um mesmo produto. Além da natural flutuação de mercado entre os fornecedores, as distorções em relação aos custos efetivamente transacionados e os constantes no SINAPI, podem ser atribuídas aos seguintes fenômenos:

a) **Efeito Cotação:** resultado do procedimento rotineiro de pesquisa de preços, por meio do qual o comprador realiza cotações e escolhe o estabelecimento que apresentou o menor preço, fazendo com que o preço efetivamente pago pelo construtor seja inferior à mediana das consultas por ele realizadas.

b) **Efeito Barganha:** resultado da negociação de grande quantidade, o que provoca redução do preço unitário do material a ser comprado em função de economias de escala (BRASIL, 2013c).

De acordo com a pesquisa realizada por Filho, Lima e Maciel (2010) para obras de grande porte na cidade de Brasília - DF, cujo custo global supere quatro milhões de reais, no caso de infraestrutura e pavimentação, e dez milhões de reais, no caso de edificações, o somatório das distorções proporcionadas pelos Efeitos Cotação e Barganha para a aquisição de insumos e materiais resultam em economia da ordem de 15% sobre o custo global de obras orçadas a partir da mediana do SINAPI. O resultado do estudo foi obtido através de pesquisa de mercado e tratamento estatístico de dados em fontes oficiais, tendo sido utilizados o próprio SINAPI, as atas

de pregões disponíveis em portais de compras do governo federal (Comprasnet), do Distrito Federal (e-Compras-DF), além de notas fiscais obtidas. No caso do Efeito Cotação, os valores acumulados das compras em função do desconto ou acréscimo em relação ao SINAPI, concluiu-se que 45,4% dos recursos seriam aplicados em compras por preço igual ou inferior ao do 1º quartil e, 68,7% naquelas com preço igual ou inferior à mediana.

A economia da ordem de 15% sobre o custo global de obras, orçadas a partir da mediana do SINAPI, pode ser uma das fontes de financiamento de organizações criminosas. Trata-se de uma forma velada de superfaturamento, que não será identificada pelos órgãos de controle enquanto a mediana do SINAPI permanecer como principal balizador de análises (FILHO; LIMA, MACIEL, 2010).

Cabe ressaltar, que o 1º quartil do SINAPI talvez não represente adequadamente o Efeito Cotação em razão das diferenças de marca, preço e qualidade predominantes em alguns tipos de insumos de material. Desse modo, os produtos com qualidade e preço inferior provavelmente estarão no 1º quartil, em contrapartida os produtos de maior qualidade e preço estarão no 3º quartil dos preços pesquisados (BAETA, 2012).

3 | METODOLOGIA EMPREGADA NA PESQUISA EXPERIMENTAL

A amostra objeto de estudo da pesquisa foi quantificada por meio da identificação dos insumos de mão-de-obra e de materiais, respectivamente com categorias e especificações técnicas similares, presentes nos catálogos das três fontes de custos (variáveis contínuas dependentes) utilizadas no experimento. Baseada nas características da amostra, a pesquisa de mercado (variável contínua independente) consiste no mínimo de três cotações junto a fornecedores distintos no Estado do Rio de Janeiro, os dados foram cedidos pela empresa Índice Planejamento, Controle, Orçamento e Gestão Ltda. sediada no Município de Niterói - RJ, e atuante no ramo da Engenharia de Custos para empreendimentos imobiliários nas regiões: Metropolitana; dos Lagos e Norte do Estado do Rio de Janeiro. O valor máximo e o valor mínimo foram adotados como tratamento estatístico para os dados, o primeiro tem como parâmetro o maior piso salarial por categoria para insumos de mão-de-obra, e o segundo a reprodução do Efeito Cotação para insumos de material.

4 | CORRELAÇÃO LINEAR ATRIBUÍDA AO CUSTO DE MERCADO E O CUSTO REFERENCIAL

A amostra utilizada no experimento contém 59 insumos de material e 28 de mão-de-obra, extraídos dos catálogos do SINAPI, SCO/RJ e do SBC – Sistema de Boletim de Custos. A classificação dos insumos que compõem a amostra está detalhada, conforme figuras 1 e 2 (programa R) a seguir:

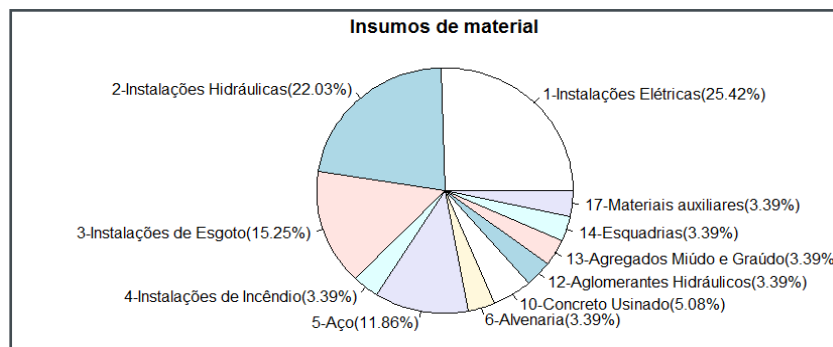


Figura 1: Insumos de material por grupo de serviços

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

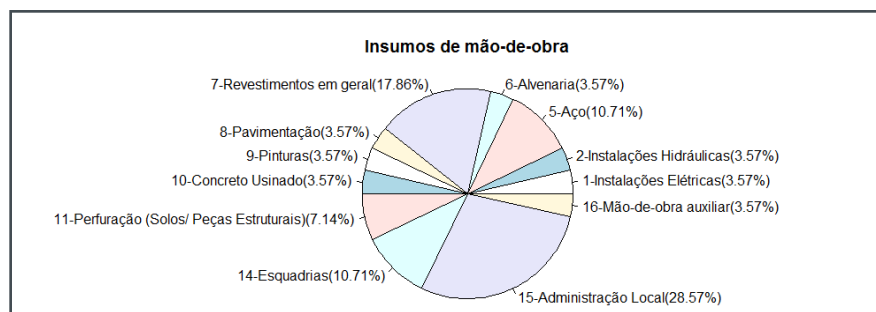


Figura 2: Insumos de mão-de-obra por grupo de serviços

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

A pesquisa de mercado correspondente às especificações técnicas dos insumos de material procedeu com um mínimo de três cotações, com a mesma data-base, junto a estabelecimentos industriais e comerciais (atacado e varejo) distintos, e situados no Estado do Rio de Janeiro. Participaram da pesquisa um total de 49 fornecedores, uma parcela representando 20 deles contribuiu com cotações para mais de um grupo de serviços, ou contribuiu com cotações para diferentes insumos integrantes do mesmo grupo de serviços.

Os 59 insumos de material tiveram os respectivos dados pertinentes aos custos referenciais e de mercado organizados e dispostos juntamente, assim, foi efetuada a seleção do valor mínimo, para a pesquisa de mercado. Portanto, foi reproduzido o Efeito Cotação, por representar algo perfeitamente razoável em qualquer obra ao realizar um mínimo de três cotações procedendo com a escolha do menor valor.

Para a pesquisa de mercado correspondente aos insumos de mão-de-obra foram adotados como referenciais de mercado os pisos salariais, para a hora trabalhada por categoria, oriundos das convenções coletivas de trabalho, obtidos junto aos Sindicatos da Construção Civil – SINDUSCON do Rio de Janeiro e Norte Fluminense. Com relação à mão-de-obra representada por profissionais diplomados em Engenharia, foi adotado como referencial de mercado o piso salarial, determinado pela Lei nº 4.950 – A, de abril de 1966.

Os Municípios envolvidos na pesquisa foram Rio de Janeiro, Macaé e Conceição de Macabú (convenção coletiva comum aos Municípios de Quissamã e Carapebus). A

intenção de realizar a contratação de mão-de-obra com remuneração, minimamente, compatível com o piso salarial foi definida como premissa. Desta forma, os 28 insumos tiveram os respectivos dados pertinentes aos custos das fontes referenciais e de mercado (desonerados) organizados e dispostos juntamente, assim, foi efetuada para a pesquisa de mercado a seleção do valor máximo para um insumo.

A representação gráfica, em escala, que melhor descreve as curvas para os custos de insumos de material, cotados no período de novembro de 2014 a julho de 2015, para SINAPI, SCO/RJ e Informativo SBC denota proximidade com relação à curva do Efeito Cotação, conforme figura 3 a seguir:

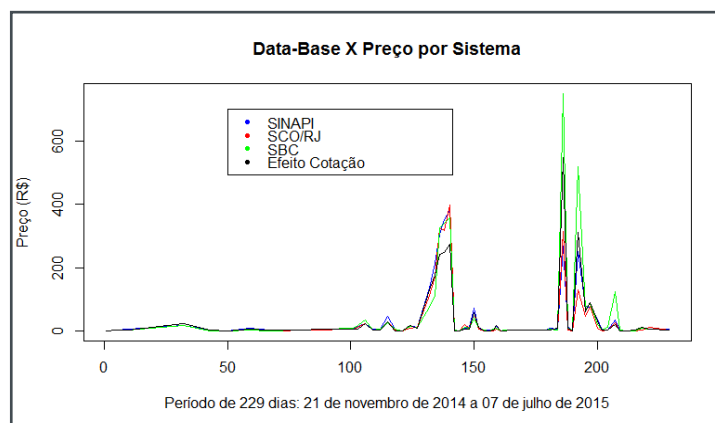


Figura 3: Plotagem dos custos envolvidos no experimento para insumos de material

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

A representação gráfica, em escala, que melhor descreve as curvas para os custos de insumos de mão-de-obra, constantes na data-base de maio de 2015, para SINAPI, SCO/RJ e Informativo SBC denota a proximidade do último com relação à curva de valores que representam o maior piso salarial, conforme pode ser observado na figura 4 a seguir:

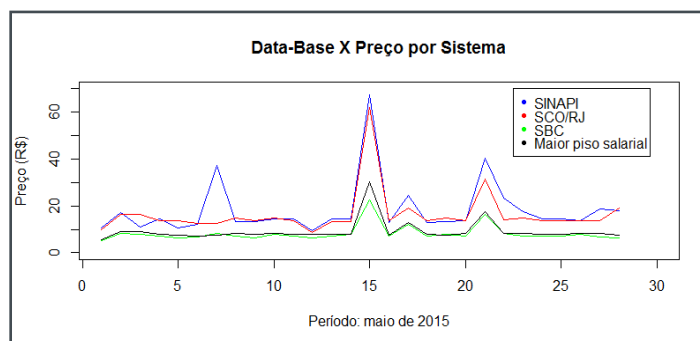


Figura 4: Plotagem dos custos envolvidos no experimento para insumos de mão-de-obra

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Os resultados da pesquisa, para insumos de material e mão-de-obra, foram

obtidos através da Equação adiante, as variáveis nomeadas no Quadro 1, e os valores numéricos dos resultados se encontram na Tabela 1:

$$R^2 = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \right]^2$$

VAR.	MATERIAL						MÃO-DE-OBRA					
	R1	(R1) ²	x1	y1	y2	y3	R2	(R2) ²	x2	y4	y5	y6
DESCRIÇÃO	Coefficiente de correlação linear de Pearson amostral	Coefficiente de determinação amostral	EFEITO COTAÇÃO	SINAPI	SCO/RJ	SBC	Coefficiente De Correlação linear de Pearson amostral	Coefficiente de determinação amostral	MAIOR PISO SALARIAL	SINAPI	SCO/RJ	SBC

Quadro 1: Descrição das variáveis.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

MATERIAL				MÃO-DE-OBRA			
Par de Variáveis	Eq. da reta de regressão	R1	(R1) ²	Par de Variáveis	Eq. da reta de regressão	R2	(R2) ²
(x1 , y1)	y1= 0,8293 x1 + 8,5315	0,8954	0,8018	(x2 , y4)	y4= 2,3022 x2 - 2,8940	0,8998	0,8097
(x1 , y2)	y2= 0,8038 x1 + 4,1432	0,8905	0,7930	(x2 , y5)	y5= 2,0337 x2 - 2,3460	0,9794	0,9592
(x1 , y3)	y3= 1,3550 x1 - 3,5510	0,9766	0,9538	(x2 , y6)	y6= 0,7252 x2 + 1,5096	0,9808	0,9620

Tabela 1: Resultados apurados para insumos de material e mão-de-obra.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017

Os resultados mais próximos de 1, apresentados pelo SBC, indicam a relevância quanto à elaboração do gráfico de dispersão e representação da reta de regressão, para insumos de material e mão-de-obra, conforme figuras 5 e 6 (elaboradas a partir do programa R) a seguir:

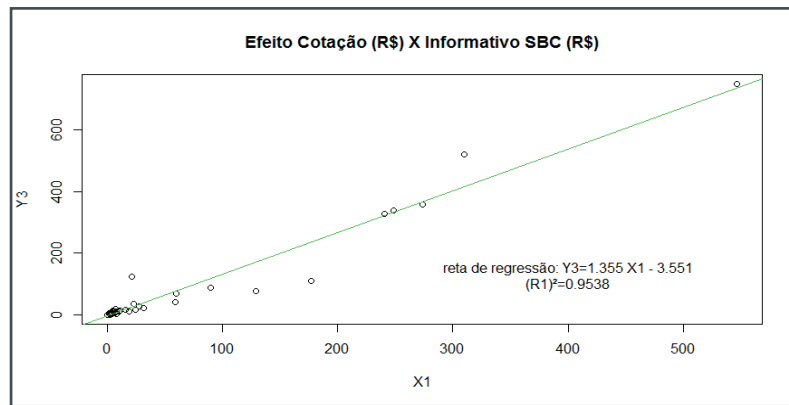


Figura 5: Gráfico de dispersão para insumos de material

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017

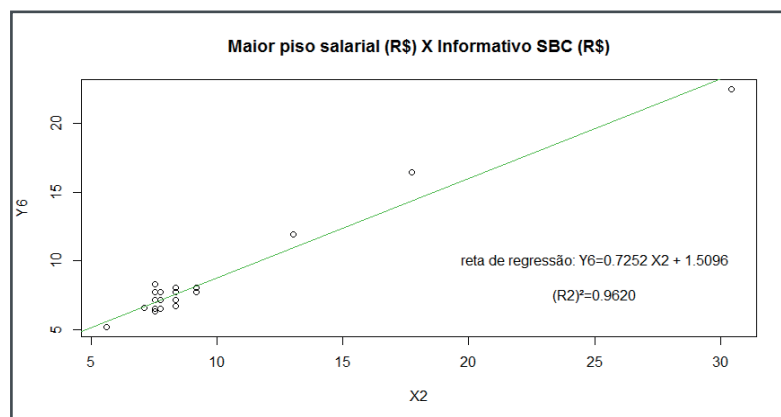


Figura 6: Gráfico de dispersão para insumos de mão-de-obra

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017

O tamanho da amostra, principalmente se esta for pequena, é um fator que pode influenciar nos resultados para o coeficiente de correlação de Pearson (LIRA; NETO, 2006). Portanto, tomando como base o SINAPI e o SBC que dispõem de populações, respectivamente, da ordem de 5.000 e 17.000 insumos, dentre materiais e mão-de-obra, está configurada a necessidade de estimar o quão significantes são os, principais, coeficientes de correlação resultantes da pesquisa. Haja vista, que a amostra objeto de estudo do presente trabalho representa 1,74% e 0,51% dos quantitativos totais de insumos disponibilizados respectivamente por SINAPI e SBC.

Segundo Lira e Neto (2006) a significância do valor estimado para o coeficiente de correlação linear de Pearson é apurada através de teste de hipóteses. A estatística para testar a hipótese $H_0: P = 0$ contra $H_1: P \neq 0$ tem distribuição t de Student com $(n - 2)$ graus de liberdade, de acordo com a Equação a seguir:

$$t = \frac{P \sqrt{n - 2}}{\sqrt{1 - P^2}} \sim t_{n-2}$$

Em que n é o número de observações para a amostra e P é o coeficiente de correlação para a população. Apesar dos parâmetros adotados para a identificação da amostra, objeto de estudo do presente trabalho, composta somente por insumos passíveis de comparação, categoria e especificação técnica similar quando extraídos de origens distintas, admitiu-se que P seja R , coeficiente linear para a amostra, com distribuição t pelos seguintes motivos:

- O coeficiente P é desconhecido;
- Existe uma grande quantidade de insumos, da construção civil, constantes nos catálogos das três fontes envolvidas na pesquisa que não são passíveis de comparação. É possível encontrar um determinado insumo em uma ou duas fontes somente, entretanto, a verificação quanto à correlação linear de seus custos torna-se interessante ao efetuar uma análise sem comparações entre as fontes. Tem-se então a constatação quanto à existência de indícios de que em determinados casos faz-se necessária a mescla de duas ou mais fontes, oficiais, para definir o custo global, na íntegra, relativo a uma obra de construção civil;
- Insumos de material excluídos da amostra, por apresentarem inviabilidade de obtenção das cotações junto ao comércio, possivelmente por já estarem obsoletos e em desuso;
- Insumos de mão-de-obra excluídos da amostra, por apresentarem impossibilidade de enquadramento junto às classificações constantes, em pelo menos uma, das convenções coletivas dos três municípios envolvidos na pesquisa.

Os valores obtidos (programa R) para a variável t , teste bicaudal, em um nível de confiança de 95% encontram-se descritos conforme Tabela 2.

Descrição	MATERIAL	MÃO-DE-OBRA
Par de Variáveis	($X1$, $Y3$)	($X2$, $Y6$)
$R1$	0,9766	-
$R2$	-	0,9808
n	59	28
($n-2$) g.l.	57	26
t	34,318	25,639
α	0,05	0,05
$t(\alpha/2, n-2)$	2,672	2,056
p-valor	2,20E-16	2,20E-16
Intervalo de Confiança	[0,9608 : 0,9861]	[0,9584 : 0,9911]

Tabela 2: Parâmetros e Resultados apurados para o teste t de Student.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017

Elaboradas a partir do programa R, as Figuras 7 e 8, a seguir, exibem os gráficos da Função Densidade de Probabilidade da distribuição t de *Student*, respectivamente para insumos de material e mão-de-obra, com vistas a subsidiar a tomada de decisão

com relação à rejeição ou aceitação da hipótese nula ($H_0: P = 0$) referente aos coeficientes de correlação de Pearson nas populações de pares ordenados (X_1, Y_3) e (X_2, Y_6).

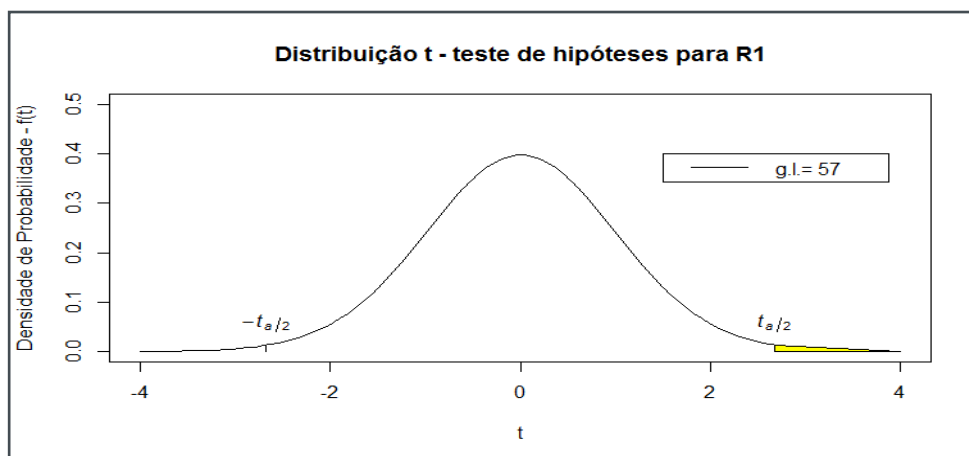


Figura 7: População de insumos de material, gráfico da Função Densidade de Probabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

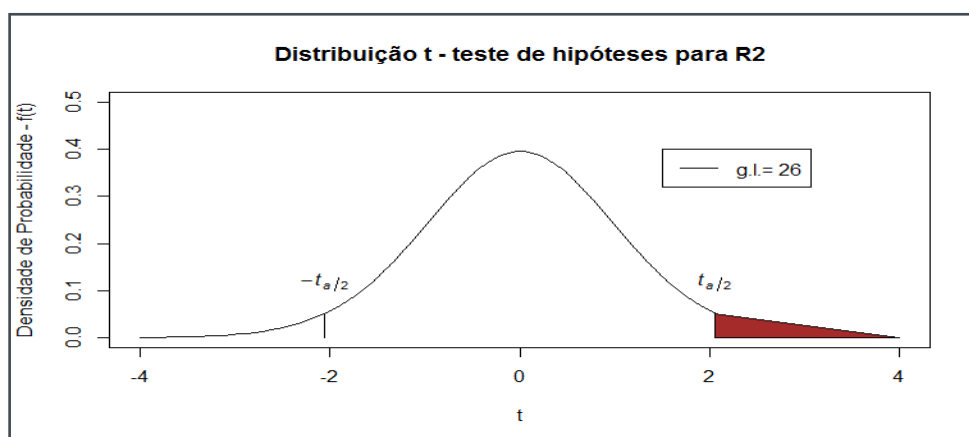


Figura 8: População de insumos de mão-de-obra, gráfico da Função Densidade de Probabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

De acordo com os gráficos da Função Densidade de Probabilidade (Figuras 7 e 8) e parâmetros e resultados constantes na Tabela 2, pode-se inferir:

- Sendo $t > t(\alpha/2, n-2)$ para os pares de variáveis (X_1, Y_3) e (X_2, Y_6), logo, rejeita-se $H_0: P = 0$. Da mesma forma, caso seja efetuada a opção de não utilização da tabela da Distribuição t para encontrar $t(\alpha/2, n-2)$, como p-valor $< \alpha$ para os pares de variáveis (X_1, Y_3) e (X_2, Y_6) deve-se rejeitar $H_0: P = 0$. Portanto, conclui-se que os valores de 0,9766 e 0,9808, obtidos respectivamente para as amostras de insumos de material e mão-de-obra são significantes;
- Existem correlações de 0,9766 e 0,9808, respectivamente, para as amostras de pares ordenados (X_1, Y_3) e (X_2, Y_6) com nível de significância de 5%, ou seja, a probabilidade de ocorrência de tais resultados por mero acaso é inferior a 5%;

- Existe 95% de chance de os valores atribuídos aos coeficientes de correlação de Pearson (P1 e P2) referentes às populações de pares ordenados (X1,Y3) e (X2,Y6) estarem contidos, respectivamente, nos intervalos de confiança de [0,9608:0,9861] e [0,9584:0,9911].

5 | CONCLUSÕES

O resultado apresentado pelo SINAPI para o coeficiente de correlação, 0,8954 para insumos de material, corrobora, apesar da forte correlação, que os fenômenos causadores de distorções impedem que os custos, da citada fonte, espelhem a realidade do mercado com maior precisão. Do mesmo modo, tem-se o SCO/RJ com coeficiente de correlação, para insumos de material, igual a 0,8905 sem o conhecimento de quais são os motivos que geram tal distorção.

O informativo SBC apresenta correlação linear próxima à perfeição, igual a 0,9766 para insumos de material, com nível de significância de 5% de modo a espelhar, com menor distorção quando comparado ao SINAPI e SCO/RJ, os custos transacionados no mercado. Portanto, conclui-se que, dentre as três fontes pesquisadas, os custos unitários do Informativo SBC para insumos de material, caso sejam adotados para a definição do custo global de referência para obras de construção civil com recursos públicos, poderão apresentar menores percentuais de sobrepreço e/ou subpreço, resultando em maior economicidade e reduzindo o risco de superfaturamentos de forma velada e demais fraudes, além de uma remuneração mais compatível com os encargos assumidos pelos contratados.

Com relação à pesquisa de insumos de mão-de-obra a contratação a um custo compatível com o piso salarial, por categoria, foi o foco do presente trabalho. Assim sendo, o SCO/RJ e o SBC mostram-se apropriados para tal por apresentarem correlações lineares próximas à perfeição, respectivamente iguais a 0,9794 e 0,9808, tendo o segundo apresentado um nível significância igual a 5%. Entretanto, caso o objetivo seja efetuar a contratação de mão-de-obra com qualificação específica, pautada em grande conhecimento e extenso tempo de experiência profissional, o SINAPI mostra-se apropriado para tal por apresentar correlação linear, igual a 0,8998, razoavelmente inferior a do SCO/RJ e SBC. Portanto, neste caso, não há o que falar em sobrepreço e/ou subpreço, muito menos em superfaturamentos de forma velada, mas sim qual fonte de custos apresenta a remuneração compatível com a qualificação da mão-de-obra solicitada pelo objeto a ser licitado.

É possível supor que o resultado atribuído ao SINAPI, para insumos de material, tenha razoável contribuição do Efeito Correlação, pois 86% dos insumos de material componentes da amostra são insumos representados. Da mesma forma que o SCO/RJ, para o Informativo SBC são desconhecidos os motivos para os quais é possível atribuir às distorções de seus custos, uma vez que a metodologia para a obtenção dos custos não é divulgada, em página da web como a do SINAPI.

Para os trabalhos futuros recomenda-se a realização de um estudo de caso pautado nas características e peculiaridades de uma obra de grande porte, possibilitando a reprodução do Efeito Barganha. De maneira que seja possível definir coeficientes, de produtividade e consumo, para composições analíticas moldadas com base nas especificações e custos de mercado. Assim, será viável correlacionar as composições analíticas de custos unitários do SINAPI, SCO/RJ, SBC dentre outros, com vistas a apontar qual sistema possui composições que apresentam remuneração com maior nível de compatibilidade com o encargo gerado pelas obras da construção civil.

REFERÊNCIAS

BAETA, A. P. **Orçamento e controle de preços de obras públicas**. São Paulo: Pini, 2012.

BRASIL. Caixa Econômica Federal. **Manual de Metodologias e Conceitos do SINAPI – versão 5, 2015a**. Disponível em: <<http://www.cef.com.br>>. Acesso em 31 de mai. de 2015.

BRASIL. **Decreto nº 7.983, de 8 de abril de 2013a**. Estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Poder Legislativo, Brasília, DF.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Orientações para elaboração de planilhas orçamentárias de obras públicas**. Coordenação-Geral de Controle Externo da Área de Infraestrutura e da Região Sudeste. Brasília: TCU, 2014b. Disponível em: <<http://portal2.tcu.gov.br/portal/pls/portal/docs/2675808.PDF>>. Acesso em 04 de jan. de 2015.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Acórdão TCU nº 2.984/2013c - Plenário**. Relator: Ministro José Múcio Monteiro. Ata nº 43/2013 – Plenário, sessão: 06 nov. 2013. Disponível em: <<http://portal.tcu.gov.br/cidadao/cidadao.htm>>. Acesso em 13 de jul. de 2015.

Dantas, J. F. F. L. **Avaliação do uso de custos dos insumos do SINAPI em unidades habitacionais populares**. In Anais do XIII SINAOP - Simpósio Nacional de Auditoria de Obras Públicas, Porto Alegre, 2010.

FILHO, L. de O. e S.; LIMA, M. C.; MACIEL, R. G. **Efeito barganha e cotação: fenômenos que permitem a ocorrência de superfaturamento com preços inferiores às referências oficiais**. In: XIII SINAOP - Simpósio Nacional de Auditoria de Obras Públicas, Porto Alegre, 2010.

LEITÃO, A. J. **Obras públicas: artimanhas e conluios**. 4ª ed. São Paulo: Liv. e Ed. Universitária de Direito, 2013.

LIRA, S. A.; NETO, A. C. **Coefficientes de correlação para variáveis ordinais e dicotômicas derivados do coeficiente linear de Pearson**. *Revista Ciência & Engenharia*, Uberlândia: EDUFU, v. 15, n. 1/2, p. 45-53, jan.-dez. 2006.

MENDES, A. **Aspectos polêmicos de licitações e contratos de obras públicas**. São Paulo: Pini, 2013.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Administrative Process Environmental Military 54

C

Cal Dolomítica 6, 65, 67

Chemical Stabilization 65, 66

Civil Construction 15, 16

Commercial project 29

Compliance 54

Construção Civil 6, 2, 3, 15, 16, 17, 20, 24, 26, 27, 66

Continuous improvement 1, 2

Correlação Linear 6, 15, 16, 23, 24, 26

Custo de Mercado 15

D

Dolomite Lime 66

E

Efeito Cotação 15, 18, 19, 20, 21

Environmental indicators 44

Environmental management 44, 64

Estabilização Química 6, 65, 66, 67, 68, 73

Evaluation tool 2

F

Ferramenta de avaliação 1

G

Gestão ambiental 43, 48, 52, 63

I

Impacto urbano 28

Indicadores ambientais 43, 45, 46, 47, 49, 52

Industrial waste 44

L

Lean principles 2

Lean production 1, 2
Lei Complementar nº 140/2011 53
Linear Correlation 15, 16

M

Market Cost 16
Melhoria contínua 1, 4, 9, 45
Military Environmental Responsibility 54

P

Princípios enxutos 1, 2, 9
Procedimento 18, 53, 57, 58, 60, 61, 62, 72, 74
Processo Administrativo Ambiental Militar 53, 59, 60, 62, 63
Produção enxuta 1, 2, 8
Projeto comercial 28

Q

Quotation Effect 16

R

Resíduos industriais 43, 44
Responsabilidade Ambiental Militar 53

S

Shopping 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42
SINAPI 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 26, 27
Soil 65, 66, 74
Solo 29, 37, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74

U

Urban impact 29

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-657-7

